

## V-126 地下連続壁のコンクリートの充てん解析

清水建設技術研究所 正会員 浦野真次  
 名古屋大学 大学院 北大路洋  
 名古屋大学 工学部 谷川恭雄  
 名古屋大学 工学部 森 博嗣

## 1. はじめに

近年、地下構造物の大型化に伴い、大深度の地下連続壁が施工されるようになり、地下連続壁に用いられるコンクリートに対して、高強度化あるいは高流動化など要求品質は多様化しつつある。このため、地下連続壁のコンクリートの充てん性の評価方法の重要性が健在化してきたが、各種施工要因が充てん性に及ぼす影響については不明な点も多く、合理的な評価が行われているとは言えない。本研究では、地下連続壁内に打ち込まれるフレッシュコンクリートについて、粘塑性空間要素法<sup>1)</sup>を用いた動的2次元解析を試み<sup>2)</sup>、トレミー筒先位置やエレメントサイズなどの各種要因が溝壁内のコンクリートの充てん状況に及ぼす影響について検討した。

## 2. 解析手法および解析条件

粘塑性空間要素法は、取り扱う空間を要素分割し、この空間内で流動する粘塑性材料の挙動を時間前進で計算し、要素内にある仮想の浮子であるマーカーを移動させフレッシュコンクリートの流動を表現することができる解析手法である<sup>3)</sup>。

図-1に、本解析で用いた要素分割の一例を示す。トレミー（ $\phi$  250mm）中心軸における2次元の左右対称モデルであり、トレミー部でも図奥行き方向の管径の影響は無視される。底面、溝壁面およびトレミーの管壁面の境界面における節点は拘束されており流速を生じない。トレミー中心軸上の節点には強制流速を与え、これを打込み速度とし、施工の実績を参考に0.425m/sとした。ただし、変位量計算から求められる溝壁内のマーカーの移動の状態によっては、打込み速度は一定とならない。また、実施工において溝壁内に満たされている安定液の影響を考慮するため、安定液による浮力をコンクリートに作用させている。

計算に用いた入力値を、表-1に示す。貫入長 $Pd$ は、トレミーの筒先が既に打ち込まれたフレッシュコンクリート中へ貫入している長さであり、0, 2, 6mの3段階とした。トレミーの筒先位置 $Te$ は、底面から3mおよび9mの場合について比較した。エレメントサイズ $EL$ は、トレミー1本当たりが受け持つ打設領域の水平方向長さであり、3mおよび9mの場合について比較した。ここで、実施工において、一般に貫入長を0mあるいはエレメントサイズを9mとしてコンクリートを打ち込むことはないが、比較のため検討した。コンクリートのビンガム定数として、降伏値 $\tau_y$ および塑性粘度 $\eta_{pl}$ はそれぞれ表-1の値を用い、既に打ち込まれたコンクリートと新しく充てんされるコンクリートのビンガム定数を同一の値とした。フレッシュコンクリートの圧縮性を考慮し導入した体積弾性率 $Kv$ は、計算の安定のため、ここでは実際より低い値を使用している。

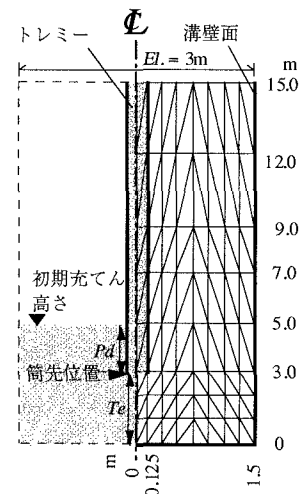


図-1 節点・要素分割

表-1 解析の入力値

| $Pd$    | $Te$ | $EL$ | $\tau_y$    | $\eta_{pl}$      | $Kv$ |
|---------|------|------|-------------|------------------|------|
| 0, 2, 6 | 3, 9 | 3, 9 | 40, 60, 100 | 30, 50, 100, 300 | 400  |

ここに、 $Pd$ :トレミー貫入長(m),  $Te$ :筒先の底面からの距離(m),

$EL$ :エレメントサイズ(m),  $\tau_y$ :降伏値(Pa),  $\eta_{pl}$ :塑性粘度(Pa·s)

$Kv$ :体積弾性率(kPa)

### 3.1 解析結果および考察

解析結果の一例として、トレミー貫入長が2mおよび降伏値が40Pa、塑性粘度が30Pa・sの場合の解析開始から300秒の時刻におけるマーカー位置を、図-2に示す。トレミー筒先位置が底面から3mの図-2(a)および(b)では、トレミー筒先と同じ高さあるいはそれより下の位置において、新しく打ち込まれたコンクリートは最も側面方向に押し出されており、黒丸で示す既に打ち込まれたコンクリートを側面および上下方向に押しやる状況となっている。トレミー筒先より高い位置では、新しく打ち込まれたコンクリートが、トレミーに近い位置に沿って上昇している。図-2(a)のエレメントサイズ3mでは、自由表面近くでは既に打ち込まれたコンクリートと新しく打ち込まれたコンクリートが混合するような状態が認められた。

トレミー筒先位置が底面から9mの図-2(c)の場合、トレミーから流出した新しく打ち込まれたコンクリートは、筒先から想定した以上に8m程度も下方に流動する状況が観察され、実現象と相違している可能性が大きいと思われる。これは、主として既に打ち込まれたコンクリートと新しく充てんされるコンクリートのビンガム定数を同一の値としたためと考えられる。

この他、解析結果の図は割愛したが、貫入長を変化させた場合、貫入長が大きい場合には、時間当りの最も高い位置にあるマーカーの上昇速度で示されるコンクリートの打上がり速度が低下することが確認された。また、ビンガム定数を変化させた場合、塑性粘度を増加させていくと、コンクリートの変形に時間を要するため、打込み初期から打上がり速度が低下し、降伏値が増加した場合には、打上がり高さの増加に伴い、降伏値以下の応力しか作用しない非降伏領域が増加するため、同一の貫入長でも打上がり速度が低下する傾向が認められた。

### 4. 結論

本研究では、粘塑性空間要素法による2次元解析により、地下連続壁におけるコンクリートの充てん状況を、フレッシュコンクリートの物性と施工要因から総合的に予測できる可能性が示された。

#### [参考文献]

- 1) 谷川・森・渡辺・寺西：空間要素法によるコンクリートの打設シミュレーション，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.14，No.1，pp.415-420，1992。
- 2) 浦野・北大路・谷川・森：地下連続壁のコンクリートの充てん状況に関する解析的研究，土木学会高流動コンクリートシンポジウム論文集，pp.31-36，1996。

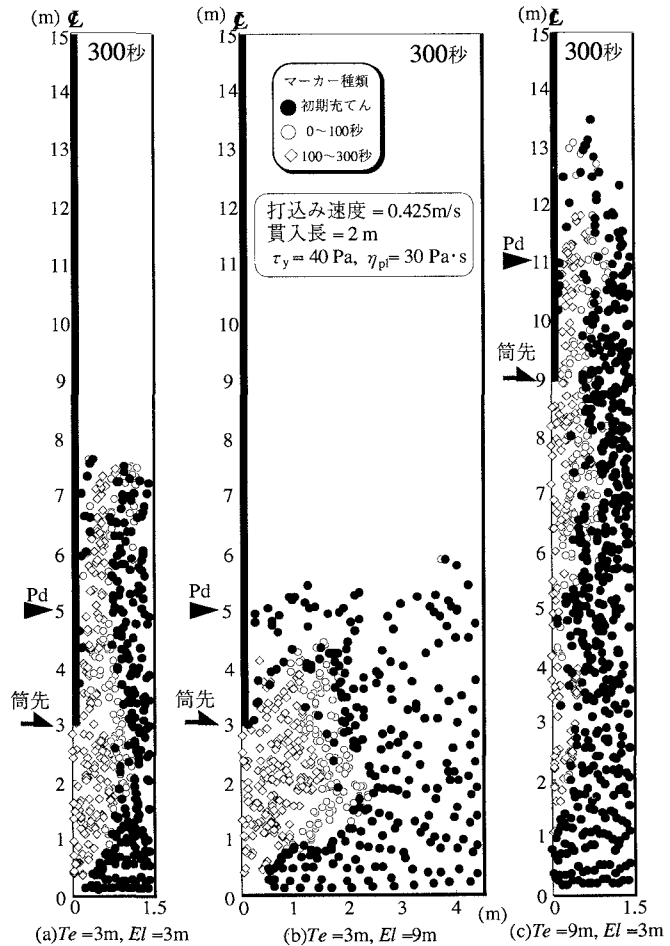


図-2 地下連続壁のコンクリート充てん解析結果（マーカー位置）